

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

10/527877
Rec'd PCT/PTO 16 MAR 2005
PCT/SE 03/01453

REC'D 01 OCT 2003

WIPO

PCT

Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

(71) Sökande Alstom (Switzerland) Ltd, Baden CH
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0202789-4
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2002-09-20
Date of filing

Stockholm, 2003-09-18

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office


Sonia André

Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET
SWEDEN

Postadress/Adress
Box 5055
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone
+46 8 782 25 00
Vx 08-782 25 00

Telex
17978
PATOREG S

Telefax
+46 8 666 02 86
08-666 02 86

SÄTT ATT AVSKILJA GASFORMIGA FÖRORENINGAR FRÅN VARMA
GASER SAMT ANORDNING FÖR GENOMFÖRANDE AV SÄTTET

Tekniskt område

Föreliggande uppfinning avser ett sätt att avskilja gasformiga föroreningar, såsom svaveldioxid, från varma processgaser, såsom rökgaser, vid vilket sätt process-
5 gaserna leds genom en kontaktreaktor i vilken ett med de gasformiga föroreningarna reaktivt, partikelformigt absorbentmaterial i befuktat tillstånd införes i process-
gaserna för att omvandla de gasformiga föroreningarna till avskiljbart stoft, varpå processgaserna ledes genom
10 en stoftavskiljare, i vilken stoft avskiljs från processgaserna och från vilken de renade processgaserna avleds.

Föreliggande uppfinning avser även en blandare för befuktning av ett partikelformigt stoft, som kan reagera med i en processgas, såsom en rökgas, förekommande gas-
15 formiga föroreningar för att bilda ett avskiljbart stoft.

Föreliggande uppfinning avser dessutom en anordning för avskiljning av gasformiga föroreningar, såsom svaveldioxid, från varma processgaser, såsom rökgaser, vilken anordning har en kontaktreaktor, genom vilken process-
20 gaserna är avsedda att ledas och vilken har organ för införande av ett med de gasformiga föroreningarna reaktivt, partikelformigt absorbentmaterial i befuktat tillstånd i processgaserna i syfte att omvandla de gasformiga föroreningarna till avskiljbart stoft, och en
25 stoftavskiljare, vilken är avsedd att avskilja stoftet från processgaserna och avleda de renade processgaserna.

Teknisk bakgrund

Vid avskiljning av gasformiga föroreningar från processgaser, såsom rökgaser från ett kol- eller olje-
30 eldat kraftverk, utnyttjas ofta ett förfarande vid vilket ett kalkhaltigt absorbentmaterial införs i processgasen för att reagera med de gasformiga föroreningarna. Då

absorbentmaterialet reagerar med de gasformiga föroreningarna omvandlas de gasformiga föroreningarna kemiskt eller fysikaliskt till ett stoft, som sedan avskiljs i ett filter.

- 5 WO 96/16722 beskriver ett sätt vid vilket ett kalkhaltigt stoft blandas med vatten i en blandare och sedan införs i en kontaktreaktor för att reagera med i en rök-gas ingående gasformiga föroreningar. Stoftet avskiljs sedan i ett filter och återförs till blandaren för att
10 åter blandas med vatten och därefter ånyo införs i kontaktreaktorn. Stoftet kommer således att cirkuleras genom blandaren ett flertal gånger. Vid varje cirkulering uttages en mindre mängd stoft från filtret och tillföres en mindre mängd färskt kalkhaltigt material, exempelvis
15 bränd kalk, CaO, eller ett stoft som innehåller en viss mängd bränd kalk, till blandaren.

- Det har nu visat sig att det ovan nämnda förfarandet leder till ett lågt utnyttjande av den tillförda brända kalken, dvs att även det stoft som bortföres från filtret
20 innehåller en del bränd kalk, vid vissa typer av absorbentmaterial. Detta ökar förbrukningen av bränd kalk och innebär att det stoft som bortföres från filtret kommer att innehålla en hel del bränd kalk som inte reagerat. Det låga utnyttjandet av den brända kalken ökar kost-
25 naderna för drift av anläggningen och gör omhändertagandet av bortfört stoft besvärlig.

Sammanfattning av uppfinningen

- Ändamålet med föreliggande uppfinning är därför att åstadkomma ett effektivt sätt att avskilja gasformiga
30 ämnen ur processgaser, såsom rökgaser, vid vilket sätt ovannämnda nackdelar med den kända tekniken undanröjes eller väsentligen minskas.

- Detta ändamål uppnås med ett sätt som är av det inledningsvis angivna slaget och kännetecknas av
35 att en cirkulerande del av det i stoftavskiljaren avskiljda stoftet i ett första steg kylv genom att bringas i direkt kontakt med ett kylande fluidum,

att det kylda stoftet i ett andra steg blandas med en gas som innehåller vattenånga, vilken gas har en mätnadstemperatur som är högre än det kylda stoftets temperatur, och

- 5 att det genom kondensering av vattenångan befuktade stoftet såsom absorbentmaterial införes i kontaktreaktorn för att blandas med processgaserna.

Ett annat ändamål med föreliggande uppfinning är att åstadkomma en blandare för behandling av absorbent-
10 material avsett för avskiljning av gasformiga ämnen ur processgaser, såsom rökgaser, vilken blandare undanröjer eller väsentligt minskar de ovannämnda nackdelarna med den kända tekniken.

Detta ändamål uppnås med en blandare som är av det
15 inledningsvis angivna slaget och som kännetecknas av att blandaren har en första ände och en andra ände och är uppdelad i två zoner, av vilka en första zon är en vid den första änden belägen kylzon, som är försedd med ett organ för tillförsel av ett kylande fluidum, och av vilka
20 en andra zon är en vid den andra änden belägen befuktningszon, som är försedd med ett organ för tillförsel av en gas, som innehåller vattenånga, varvid blandaren är inrättad att först leda stoft från en vid den första änden belägen inloppsöppning för stoft genom kylzonen och
25 i denna tillföra ett kylande fluidum, som har lägre temperatur än stoftet, och blanda stoftet med detta fluidum, att sedan leda stoftet genom befuktningszonen och i denna tillföra en gas, som innehåller vattenånga och som har en mätnadstemperatur som är högre än det
30 kylda stoftets temperatur, och blanda denna gas med det kylda stoftet, och att sedan införa det befuktade stoftet såsom absorbentmaterial i processgasen via en vid den andra änden belägen utloppsöppning.

Det är även ett ändamål med föreliggande uppfinning
35 att åstadkomma en anordning för avskiljning av gasformiga föroreningar från en processgas, såsom en rökgas, vilken

anordning undanröjer eller väsentligt minskar de ovan nämnda nackdelarna med den kända tekniken.

Detta ändamål uppnås med en anordning som är av det inledningsvis angivna slaget och som kännetecknas av att
5 den har en kylzon för kylning av åtminstone en cirkulerande del av det i stoftavskiljaren avskiljda stoftet, organ för tillförsel av ett kylande fluidum till kylzonen för kylning av stoftet genom direkt kontakt mellan fluidet och stoftet, organ för matning av det kylda stoftet
10 till en befuktningszon, organ för tillförsel av en gas, som innehåller vattenånga och har en mätnadstemperatur som är högre än det kylda stoftets temperatur, till det kylda stoftet för att genom kondensering av vattenånga befukta detta samt organ för matning av det befuktade
15 stoftet till kontaktreaktorn.

Ytterligare fördelar och kännetecken hos uppfinningen framgår av nedanstående beskrivning och de efterföljande patentkraven.

Kortfattad beskrivning av ritningarna

20 Uppfinningen skall nu beskrivas ytterligare med hjälp av ett antal utföringsexempel och under hänvisning till bifogade ritningar.

Fig 1 är en schematisk sidovy och visar ett kraftverk, som är försett med utrustning för rening av rökgaser.
25

Fig 2 är en schematisk tvärsektion och visar en i Fig 1 visad blandare i detalj.

Fig 3 är en schematisk tvärsektion och visar en blandare enligt en andra utföringsform av uppfinningen.

30 Fig 4 är en schematisk tvärsektion och visar en tredje utföringsform av uppfinningen.

Fig 5 är en schematisk tvärsektion och visar en fjärde utföringsform av uppfinningen.

Detaljerad beskrivning av uppfinningen

35 Vid uppfinningen behandlas ett stoft för att sedan införas i en processgas, såsom en rökgas. Stoftet är av sådan typ att det reagerar med i processgasen ingående

gasformiga föroreningar och med dessa bildar ett avskilj-
bart stoft. Stoftet avskiljs och kan sedan cirkuleras
helt eller delvis för att åter behandlas och ånyo införas
i rökgasen för att reagera med ytterligare gasformiga
5 föroreningar.

Enligt uppfinningen sker behandlingen av stoftet i
två steg. I ett första steg kyla stoftet genom direkt
kontakt med ett kylande medium till en lämplig tem-
peratur. I ett andra steg tillförs en gas, som innehåller
10 vattenånga och som har en måttnadstemperatur som är högre
än det kylda stoftets temperatur. I det andra steget
kommer vattenånga att kondensera ut på de i stoftet före-
liggande, kylda partiklarna. Således kommer partiklarna i
det stoft som passerat det andra steget att vara täckta
15 av en film av kondenserat vatten. Denna film av konden-
serat vatten har visat sig ge överraskande förbättringar
av det behandlade stoftets förmåga att reagera med och
binda gasformiga föroreningar. En möjlig förklaring till
stoftets förbättrade förmåga att reagera med gasformiga
20 ämnen kan vara att den kondenserade filmen är tunn och
jämn och lämpar sig väl för att lösa gasformiga för-
oreningar som sedan kan delta i reaktioner med stoftet.
En annan möjlig förklaring till stoftets förbättrade
reaktivitet är att filmen av kondenserat vatten ger
25 upphov till kemiska reaktioner i den enskilda partikeln.
De kemiska reaktionerna utvecklar värme och spränger
sönder partikeln så att dess inre blir tillgängligt för
kemiska reaktioner. Ett exempel är stoft innehållande
bränd kalk, CaO , som enligt denna förklaringsmodell kan
30 aktiveras, dvs göras mer tillgängligt för kemiska
reaktioner, såsom den nedan beskrivna släcknings-
reaktionen.

Den direkta kylningen av stoftet i nämnda första
steg har flera fördelar. Kylningen blir effektiv i det
35 att kontaktytan mellan det kylande mediet och de i
stoftet ingående partiklarna blir stor. Det kylande
fluidum som tillföres stoftet kan ofta förlänas ytter-

ligare uppgifter. Exempel på sådana fluidum är tryckluft, som samtidigt med kylningen kan utnyttjas för att fluidisera stoftet, och vatten, som samtidigt med kylningen kan utnyttjas för att släcka i stoftet ingående bränd kalk, CaO. Genom att låta något av dessa fluidum i direkt kontakt med stoftet kyla stoftet i nämnda första steg erhålles således en mycket effektiv kylning med enkla medel. Indirekt kylning med värmeväxlare eller dylikt är olämpligt eftersom risken är stor att en värmeväxlare skall sätta igen vid den typ av stoft som är aktuella vid rening av processgaser.

Vid uppfinningen tillförs således processgaserna ett befuktat stoft som får reagera med processgaserna. Vid reaktionen binds gasformiga föroreningar till de i stoftet ingående partiklarna och omvandlas således till ett avskiljbart stoft. Detta stoft avskiljs i en stoftavskiljare och uppsamlas i en stoftficka. En del av det i stoftfickan uppsamlade stoftet bortföres för att deponeras eller upparbetas. Huvuddelen av det uppsamlade stoftet förs till en blandare där det kyls och befuktas för att ånyo i form av absorbentmaterial införas i processgaserna. Blandaren tillföres kontinuerligt en viss mängd färskt absorbentmaterial för att kompensera det absorbentmaterial som förbrukats vid reaktion med de gasformiga föroreningarna. Det färska absorbentmaterialet innehåller lämpligen bränd kalk, CaO. Bränd kalk kan tillföras i flera olika former. Exempel på färska absorbentmaterial är färsk bränd kalk och flygaska från panninjektion. Det är relativt vanligt att i en panna, exempelvis en oljepanna, injicera kalksten, CaCO_3 , direkt i pannen i syfte att avskilja svaveldioxid. Denna reningsmetod är emellertid ineffektiv och den flygaska som avskiljs i en efter pannen placerad stoftavskiljare innehåller partiklar som har en yta av gips och en kärna av bränd kalk, CaO. Det har nu överraskande visat sig möjligt att med hjälp av föreliggande uppfinning återanvända flygaska från panninjektion som ett färskt

- absorbentmaterial. En möjlig förklaring till detta är att kombinationen av direkt kylning och kondensering av ånga gör det möjligt att aktivera den brända kalk som finns inuti partiklarna. Således kan färskt absorbentmaterial
- 5 alstras dels genom att kalksten tillförs pannan och bildar bränd kalk som sedan fångas upp i stoftavskiljaren och leds till kylningszonen och befuktningszonen, dels genom att uppsamlad flygaska från en annat kraftverk, som utnyttjar panninjektion av kalksten, tillförs blandaren.
- 10 Det har också visat sig möjligt att utnyttja flygaska, som härrör från pannor som eldas med kalkhaltiga bränslen, som färskt absorbentmaterial.

- Det har även visat sig möjligt att vid uppfinningen utnyttja färsk bränd kalk av typer som tidigare inte
- 15 kunnat användas. Exempel på sådana typer av bränd kalk är så kallad dödbränd kalk och bränd kalk som framställts ur kalksten som innehåller stora mängder magnesium som en förorening.

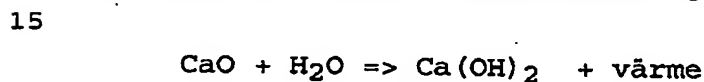
- Summareaktionen då bränd kalk, CaO , utnyttjas för
- 20 att omvandla gasformig svaveldioxid, SO_2 , till ett avskiljbart stoft kan skrivas:



- 25 Såsom framgår av ovan åtgår alltså en mol CaO för att avskilja en mol SO_2 under idealiska förhållanden, detta förhållande benämns en stökiometri = 1,0. I praktiken måste antalet mol tillsatt CaO ofta vara betydligt större än antalet mol SO_2 för att nå önskad
- 30 avskiljning av SO_2 . En stökiometri = 2,0 innebär att det antal mol CaO som tillförs är 2,0 gånger så stort som det antal mol SO_2 som den orenade gasen innehåller. Det har visat sig möjligt att med hjälp av föreliggande uppfinning avskilja en viss mängd SO_2 med en betydligt lägre
- 35 stökiometri, dvs lägre tillsats av CaO , än vad som är möjligt vid den kända tekniken.

Det faktum att det behandlade absorbentmaterialet har ökad reaktivitet med de gasformiga föroreningarna har också den fördelen att den mängd stoft som måste cirkuleras genom blandaren kan minskas utan att avskiljningen av gasformiga föroreningar ur processgaserna hämmas. En blandare för användning vid uppfinningen kan därför göras liten och den förbrukar mindre energi än vad som är fallet vid den kända tekniken.

Det är speciellt lämpligt att utnyttja vatten som ett kylande fluidum i kylzonen. Vatten är billigt och kan lätt kylas, om nödvändigt, till en temperatur som är lägre än det avskiljda stoftets temperatur. Om det färskabsorbentmaterialet innehåller bränd kalk kommer vattnet att släcka kalken enligt släckningsreaktionen



Vid släckningsreaktionen alstras följaktligen värme och förbrukas vatten. Släckningen av bränd kalk i kylzonen har flera fördelar. Den släckta kalken, Ca(OH)_2 , är mer reaktiv med avseende på de gasformiga föroreningarna än bränd kalk, varför absorbentmaterialets förmåga att binda dessa föroreningar således förbättras. En ytterligare fördel är att det tillförda vattnet i kylzonen släcker den brända kalk som finns lätt tillgänglig på de i stoftet ingående partiklarnas yta. Då stoftet når befuktningszonen kommer det vatten som kondenseras ur den tillförda ångan inte att förbrukas av släckningsreaktionen och ej heller kommer värme, som kan förånga den tunna vattenfilmen, att utvecklas i någon större utsträckning. Tack vare detta kan det i befuktningszonen på partiklarna kondenserade vattnet bilda en jämn och tunn film som har god förmåga att lösa gasformiga föroreningar. Den jämna och tunna filmen synes även kunna tränga in i partiklarna genom små sprickor för att sedan genom en släckningsreaktion i partiklarnas inre spränga sönder partiklarna så att deras inre av bränd kalk blir

tillgängligt för släckning vid en passage genom kylzonen under nästkommande stoftcirkulationscykel.

Tryckluft är ett ytterligare exempel på ett kylande fluidum som kan utnyttjas i kylzonen. Tryckluft som
5 alstras av en kompressor håller ofta en relativt hög temperatur och det är därför ofta lämpligt att kyla tryckluften till en låg temperatur. Kylningen kan exempelvis ske med en luft- eller vattenkyld värmeväxlare eller direkt genom inblandning av kall luft eller kallt
10 vatten. Den kylda tryckluften kan exempelvis utnyttjas i själva blandaren som fluidiseringsluft eller i den behållare som uppsamlar det i stoftavskiljaren avskiljda stoftet.

En lämplig blandare har en första ände och en andra
15 ände. Inloppet för stoft från stoftavskiljaren och kylzonen är lämpligen belägna vid den första änden medan befuktningszonen och ett utlopp för befuktat absorbentmaterial som skall införas i processgaserna lämpligen är belägna vid den andra änden. Det har visat sig lämpligt
20 att stoftet transporteras i en väsentligen horisontell riktning från kylzonen till befuktningszonen. Det är dock även möjligt att låta transporten av stoft genom blandaren ske i en viss vinkel eller vertikalt. Det är av stor vikt att absorbentmaterial som befuktats i befuktnings-
25 zonen inte i någon större utsträckning återcirkuleras till kylzonen. Det är ofta lämpligt att förse blandaren med en mekanisk omrörare. Denna omrörare skall blanda stoftet med det kylande fluidet respektive gasen, som innehåller ånga, men inte blanda stoft i befuktningszonen
30 med stoft i kylzonen.

Det första steget, dvs den direkta kylningen av stoftet, genomförs lämpligen under en tid av 2-600 sekunder, än mer föredraget 2-20 sekunder. Det har visat sig att uppehållstider i kylzonen under 2 sekunder ger en
35 otillräcklig kylning av partiklarna i stoftet. Detta får till följd att kondenseringen av ånga i det efterföljande befuktningssteget blir ineffektiv. Vid uppehållstider

över 600 sekunder kommer även partiklarnas inre att kylas, vilket gör att det tillförda kylande fluidet utnyttjas ineffektivt. Dessutom har längre uppehållstider den nackdelen att en större blandare krävs. Det i kyl-

5 zonen kylda stoftet bör överföras till befuktningszonen inom 10 sekunder. Vid längre tider kommer partiklarnas varma inre att åter värma upp partiklarnas yta, vilket försämrar kondenseringen av ånga i befuktningssteget.

Det andra steget, dvs befuktningen av stoftet,

10 genomförs lämpligen under en tid av i genomsnitt 2-30 sekunder. Det har visat sig att uppehållstider i befuktningszonen under 2 sekunder ger en ojämn och otillräcklig kondensering av vattenånga på partiklarna i stoftet. Uppehållstider i befuktningszonen över 30 sekun-

15 der har den nackdelen att värme från partikelns inre leds till partikelns yta och kan orsaka en förångning av den kondenserade, tunna vattenfilmen. En lång uppehållstid kräver även en stor blandare, vilket ökar investeringskostnaden och gör att mer fluidiseringsluft förbrukas.

20 Det befuktade absorbentmaterialet bör inom 5 sekunder införas i processgaserna för att den kondenserade, tunna vattenfilmen inte skall förångas då värme från partikelns inre leds mot dess yta.

Gasen, som innehåller vattenånga och har en

25 mättnadstemperatur som är högre än det kylda stoftets temperatur, alstras lämpligen genom att tryckluft och vattenånga blandas i ett lämpligt förhållande. Användning av enbart vattenånga är också möjligt. Eftersom gasen ofta används för att fluidisera stoftet under befukt-

30 ningen krävs relativt stora gasmängder. Av detta skäl är det därför i många fall lämpligt att tillsätta en viss mängd tryckluft och blanda ut vattenångan med denna.

Lämpligen har gasen, som innehåller vattenånga, en mättnadstemperatur med avseende på vattenånga som ligger

35 5-30°C högre än det kylda stoftets temperatur. Om gasens mättnadstemperatur är mindre än 5°C högre än stoftets temperatur kommer kondenseringen att bli långsam på grund

av svag drivande kraft. Det föreligger även en stor risk att inte hela partikeln täcks med en tunn film av kondenserat vatten. Då gasens mättnadstemperatur är mer än 30°C högre än det kylda stoftets temperatur riskerar kondensereringen att bli så snabb att stoftet lokalt blir vått och/eller kladdigt i vissa partier av blandaren medan stoftet fortfarande är torrt i andra delar av blandaren.

Enligt en utföringsform av uppfinningen tillsätts en viss mängd vatten direkt i den kontaktreaktor där det befuktade stoftet och processgaserna, exempelvis rökgaserna, blandas. En speciell fördel med detta är att exempelvis bränd kalk, som aktiverats i befuktningszonen genom att partiklar sprängts sönder, direkt i kontaktreaktorn kan släckas till släckt kalk av det tillsatta vattnet för att därefter närmast omedelbart reagera med de gasformiga föroreningarna. Således ökas det befuktade stoftets förmåga att reagera med gasformiga föroreningar ytterligare. Det vatten som tillförs direkt i kontaktreaktorn kan helt eller delvis ersätta det vatten som tillförs stoftet i kylzonen. Exempelvis kan i kylzonen utnyttjas enbart kyld tryckluft, en kombination av kyld tryckluft och vatten eller enbart vatten som har en temperatur, som är lägre än det i elektrofiltret uppsamlade stoftets temperatur, varvid hela eller delar av den totala mängd vatten som behövs för att släcka den brända kalken och åstadkomma lämplig temperatur och fukthalt i kontaktreaktorn tillsätts direkt i kontaktreaktorn.

Beskrivning av föredragna utföringsformer

Fig 1 visar schematiskt ett kraftverk 1. Kraftverket 1 har en koleldad panna 2 i vilken kol förbränns med hjälp av luft. Luften matas med hjälp av en fläkt 4 via en förvärmare 6 in i pannan 2. Vid förbränningen bildas rökgaser som innehåller stoft, såsom flygaska, och gasformiga föroreningar, såsom svaveldioxid. De varma rökgaserna leds i en kanal 8 genom förvärmaren 6, i vilken rökgaserna utbyter värme med den från fläkten 4 kommande

förbränningsluften, till en stoftavskiljare i form av en elektrostatisk stoftavskiljare 10, även kallad elektrofilter. I elektrofiltret 10 avskiljs stoft ur rökgasen. Elektrofiltret 10 har tre stoftfickor 12 som samlar upp
5 det stoft som avskiljts i elektrofiltret 10.

Den renade rökgasen lämnar elektrofiltret 10 via en kanal 14 och matas med hjälp av en fläkt 16 via en kanal 18 till en skorsten 20 för utsläpp till atmosfären.

Kanalen 8 har ett vertikalt kanalparti som bildar en
10 kontaktreaktor 22. En blandare 24 står i förbindelse med kontaktreaktorn 22 i dennas nedre del.

Fig 2 visar blandaren 24 i närmare detalj. Blandaren 24 har en första ände 26 och en andra ände 28. En cirkulerande del av det stoft som uppsamlats i stoftfickorna
15 12 matas via en ledning 30 till ett vid blandarens 24 första ände 26 beläget inlopp 32. En mindre mängd av det i stoftfickorna 12 uppsamlade stoftet matas via en i Fig 1 visad ledning 34 till efterbehandling eller deponering. Färskt absorbentmaterial i form av bränd kalk, CaO , matas
20 via en ledning 36 in i blandaren 24 via ett vid dess första ände 26 beläget absorbentinlopp 38. Vid den andra änden 28 har blandaren 24 ett som ett bräddavlopp utformat utlopp 40 för befuktat absorbentmaterial på sin ena långsida. Ett motsvarande utlopp för befuktat
25 absorbentmaterial har utformats på den i Fig 2 ej visade andra långsidan. Blandarens 24 andra ände 28 är till en del placerad inuti kontaktreaktorn 22 på sådant sätt att befuktat absorbentmaterial som lämnar blandaren 24 via utloppet 40 kommer att medbringas av den i kontakt-
30 reaktorn 22 uppåt strömmande rökgasen.

Blandaren 24 har en mekanisk omrörare 42 som har en axel 44 som sträcker sig från den första änden 26 till den andra änden 28 och är lagrad i dessa respektive ändar 26, 28. En motor 46 är anordnad att rotera axeln 44 och
35 de snedställda, ellipsformiga skivor 48 som är fast förbundna med denna.

I blandarens 24 nedre parti 50 är en gasgenomsläpplig duk 52 inspänd. En skiljevägg 54 sträcker sig från blandarens 24 botten 56 till duken 52 och delar således in utrymmet mellan duken 52 och botten 56 i en första kammare 58 och en andra kammare 60. En grupp munstycken 62 är anordnade inuti blandaren 24 ovanför den första kammaren 58. En vattenledning 64 är anordnad att tillföra vatten, som har en lägre temperatur än det stoft som tillförs blandaren 24 via stoftinloppet 32, till munstyckena 62. En luftledning 66 är anordnad att tillföra tryckluft till kammaren 58. Det utrymme av blandaren 24 som vid dess första ände 26 bildas mellan den första kammaren 58 och munstyckena 62 kommer att utgöra en kylzon 68 där det till blandaren 24 tillförda stoftet blandas med det via munstyckena 62 tillförda vattnet och kyls av detta.

En gasledning 70 är anordnad att tillföra trycksatt gas till den andra kammaren 60. Gasledningen 70 matas med tryckluft via en luftledning 72 och vattenånga via en ångledning 74. En fukthaltsmätare 76 är anordnad att mäta fukthalten i blandningen av trycksatt ånga och tryckluft. En styrenhet 78 är anordnad att ta emot en signal från fukthaltsmätaren 76 och i beroende av denna signal styra tillsatsen av vattenånga via ångledningen 74 på sådant sätt att önskad mätnadstemperatur erhålles i den gas som tillföres den andra kammaren 60 via gasledningen 70. Den via gasledningen 70 tillförda gasens mätnadstemperatur styrs på sådant sätt att mätnadstemperaturen vid det tryck som råder i blandaren 24 är högre än temperaturen på det stoft som kylts i kylzonen 68.

Vid drift av blandaren 24 kommer stoft från elektrofiltret 10 och färskt absorbentmaterial att kontinuerligt tillföras blandaren via stoftinloppet 32 respektive absorbentinloppet 38. Eftersom duken 52 är gasgenomsläpplig kommer den via ledningen 66 tillförda tryckluften att ovanför den första kammaren 58 fluidisera det tillförda stoftet. Tillförseln av stoft via stoftinloppet 32 i

blandarens 24 första ände 26 och fludiseringen medför att stoftet kommer att transporteras, i Fig 2 visat med en pil P, från blandarens 24 första ände 26 i riktning mot dess andra ände 28 under omblandning och kylning i kylzonen 68. Den via gasledningen 70 tillförda gasen kommer att fluidisera det kyllda stoftet ovanför den andra kammaren 60. Eftersom mättnadstemperaturen i den via gasledningen 70 tillförda gasen är högre än det kyllda stoftets temperatur kommer vattenånga att kondensera ut på stoftet. Således åstadkommes vid blandarens 24 andra ände 28 en ovanför den andra kammaren 60 belägen befuktningsszon 80 där det stoft som kylts i kylzonen 68 befuktas genom att via gasledningen 70 tillförd vattenånga kondenserar på ytan av de i stoftet ingående partiklarna. Det befuktade stoftet transporteras vidare genom blandaren 24 i pilens P riktning och lämnar blandaren 24 via utloppet 40. Eftersom utloppet 40 står i direkt förbindelse med kontaktreaktorn 22 kommer det befuktade stoftet att blandas med rökgaserna och reagera med i rökgaserna ingående gasformiga föroreningar.

Fig 3 visar en andra utföringsform av föreliggande uppfinning i form av en blandare 124. Blandaren 124 skiljer sig från den ovan beskrivna blandaren 24 främst i kylzonens utformning. Således inbegriper blandarens 124 kylzon 168 även en sprayreaktor 169. Sprayreaktorn 169 har ett munstycke 162 och en vattenledning 164 som är anordnad att tillföra vatten till munstycket 162. Stoft från stoftfickorna 12 tillföres sprayreaktorn 169 via ett i dess övre ände beläget inlopp 131. Sprayreaktorn 169 är således anordnad att blanda vatten, som har en lägre temperatur än det i elektrofiltret 10 avskiljda stoftet, med den cirkulerande delen av stoftet och att därmed kyla stoftet. I sprayreaktors 169 nedre del sitter ett utlopp 132 genom vilket det kyllda stoftet matas in i blandaren 124 vid dess första ände 126. Blandaren 124 har, i likhet med blandaren 24, en horisontell, gasgenomsläpplig duk 152 strax ovanför sin botten 156. En mellanväg 154 delar

in utrymmet mellan duken 152 och botten 156 i en vid blandarens 124 första ände 126 belägen första kammare 158 och en vid blandarens 124 andra ände 128 belägen andra kammare 160. En tryckluftsledning 166 är anordnad att

5 tillföra tryckluft till den första kammaren 158 och att fluidisera och blanda om det från sprayreaktorn 169 kommande, kylda stoftet. Det utrymme av blandaren 124 som är beläget ovanför den första kammaren 158 kommer således att tillsammans med sprayreaktorn 169 bilda en kylzon

10 168. En gasledning 170 är anordnad att tillföra den andra kammaren 160 en blandning av tryckluft, som matas från en tryckluftsledning 172, och vattenånga, som matas via en ångledning 174, på liknande vis som beskrivits ovan med avseende på blandaren 24. Blandarens 124 ovanför den

15 andra kammaren 160 belägna utrymme kommer således att bilda en befuktningszon 180. Såsom antyds i Fig 3 kan en värmeväxlare 167 anordnas på tryckluftsledningen 166. Värmeväxlaren 167, som lämplig utnyttjar kallt vatten som köldmedium, kan utnyttjas för att kyla den tryckluft som

20 skall tillföras den första kammaren 158 till en temperatur som är lägre än det från sprayreaktorn 169 kommande stoftets temperatur. Den sålunda kylda tryckluften kommer därmed att åstadkomma en ytterligare kylning av stoftet i det ovanför kammaren 158 belägna

25 utrymmet av blandaren 124.

Fig 4 visar en tredje utföringsform av uppfinningen i form av en blandare 224. Blandaren 224 är väsentligen identisk med den i fig 2 visade blandaren 24 och har således en första kammare 258 och en andra kammare 260.

30 En tryckluftsledning 266 är anordnad att tillföra den första kammaren 258 tryckluft i syfte att fluidisera stoft. En gasledning 270 är anordnad att tillföra den andra kammaren 260 en blandning av tryckluft, som matas från en tryckluftsledning 272, och vattenånga, som matas

35 via en ångledning 274, i syfte att fluidisera och befukta stoftet på liknande vis som beskrivits ovan med avseende på blandaren 24 innan det befuktade stoftet såsom

absorbentmaterial införes i kontaktreaktorn 22 (ej visad i Fig 4). En vattenledning 264 är anordnad att tillföra vatten till ett antal ovanför den första kammaren 258 anordnade munstycken 262. Stoftfickorna 12 i elektro-

5 filtret 10 mynnar i en fluidiserad uppsamlingsbehållare 214. Uppsamlingsbehållaren 214 har en gasgenomsläpplig duk 216. En tryckluftsledning 218 är anordnad att tillföra tryckluft till en mellan duken 216 och be-

10 hållarens 214 botten 220 bildad luftkammare 222 i syfte att i behållaren 214 fluidisera det stoft som uppsamlats i stoftfickorna 12. Tryckluftsledningen 218 är försedd med en värmeväxlare 225. Vatten, som har en temperatur som är lägre än det i elektrofiltret 10 avskiljda

15 stoftets temperatur, tillförs värmeväxlaren 225 via en ledning 227. Värmeväxlaren 225 har en sådan värmeöverföringsyta att via ledningen 218 tillförd tryckluft kan kylas till en temperatur som lägre än det i elektrofiltret 10 avskiljda stoftets temperatur. Den till

20 behållaren 214 tillförda, kylda tryckluften kommer därvid att kyla stoftet under fluidiseringen. Det i behållaren 214 kylde stoftet matas sedan via en stoftledning 230 och ett vid blandarens 224 första ände 226 beläget inlopp 232 in i blandaren 224 för att därefter kylas ytterligare av det i blandaren 224 via munstyckena 262 tillförda vatt-

25 net. En ej visad ledning är anordnad att bortföra en mindre mängd av det i behållaren 214 uppsamlade stoftet för deponering. Den i Fig 4 visade utföringsformen kommer således att ha en kylzon 268 som dels utgörs av uppsamlingsbehållaren 214 och dels av det utrymme av blandaren

30 224 som är beläget ovanför den första kammaren 258. Blandarens 224 ovanför den andra kammaren 260 belägna utrymme kommer även i denna utföringsform att bilda en befuktningsszon 280, som mynnar i ett i Fig 4 ej visat utlopp för befuktat stoft.

35 Fig 5 visar en fjärde utföringsform av uppfinningen. Vid denna utföringsform utnyttjas en uppsamlingsbehållare 314 som en kylzon 368 och en blandare 324 utnyttjas i sin

helhet som en befuktningszon 380. Stofffickorna 12 i elektrofiltret 10 mynnar i den fluidiserade uppsamlings-behållaren 314 som har en gasgenomsläpplig duk 316. En tryckluftsledning 318 är anordnad att tillföra tryckluft till en mellan duken 316 och behållarens 314 botten 320 bildad luftkammare 322 i syfte att fluidisera det stoft som uppsamlats i stofffickorna 12. Tryckluftsledningen 318 är försedd med en värmeväxlare 325. Vatten, som har en temperatur som är lägre än det i elektrofiltret 10 avskiljda stoftets temperatur, tillförs värmeväxlaren 325 via en ledning 327. Värmeväxlaren 325 har en sådan värmeöverföringsyta att via ledningen 318 tillförd tryckluft kan kylas till en temperatur som lägre än det i elektrofiltret 10 avskiljda stoftets temperatur. Den till behållaren 314 via ledningen 318 tillförda, kylde tryckluften kommer därvid att kyla stoftet under fluidiseringen. Det i behållaren 314 kylde stoftet matas sedan via en stoftledning 330 och ett vid blandarens 324 första ände 326 beläget inlopp 332 in i blandaren 324.

I blandarens 324 nedre parti 350 är en gasgenomsläpplig duk 352 inspänd. Utrymmet mellan duken 352 och blandarens 324 botten 356 bildar en kammare 360. En gasledning 370 är anordnad att tillföra trycksatt gas till kammaren 360. Gasledningen 370 matas med tryckluft via en luftledning 372 och vattenånga via en ångledning 374. Gasens mättnadstemperatur styrs på det sätt som ovan beskrivits med hänvisning till Fig 2 så att mättnadstemperaturen hålls högre än det kylde stoftets temperatur. Eftersom den via gasledningen 370 tillförda gasens mättnadstemperatur är högre än det kylde stoftets temperatur kommer vattenånga att kondensera på de i stoftet ingående partiklarna i befuktningszonen 380. De sålunda befuktade partiklarna lämnar blandaren 324 via ett i blandarens andra ände 328 beläget och såsom ett bräddavlopp utformat utlopp 340 för befuktat stoft. Stoftet blandas med i en panna (ej visad i Fig 5) alstrad rökgas. Pannan är utrustad med en anordning för panninjektion av kalksten,

CaCO₃. Således kommer de i pannan alstrade rökgaserna som matas fram via en kanal 308, som via utloppet 340 står i förbindelse med blandaren 324, även att innehålla en del bränd kalk, CaO, som bildats i pannan som en följd av panninjektionen. Denna i pannan bildade, brända kalk kommer således att vid den i Fig 5 visade utföringsformen utgöra en tillsats av färsk absorbent. Då rökgasen i kanalen 308 passerar utloppet 340 kommer den att rycka med sig det befuktade stoft som via utloppet 340 lämnar blandaren 324. Den med befuktat stoft blandade rökgasen når sedan en kontaktreaktor i form av en fluidiserad bädd 322. I den fluidiserade bädden 322 blandas befuktat stoft, rökgas och vatten som med hjälp av en vattenledning 364 och ett munstycke 362 sprutas in i bäddens 322 nedre parti 321. Munstycket 362 har sådan utformning att vattnet finfördelas och blandas med rökgaserna och det befuktade stoftet. Således kan den brända kalk som genom behandlingen i befuktningszonen 380 aktiverats genom att partiklar sprängts upp släckas av det med hjälp av munstycket 362 i bädden 322 insprutade vattnet och därmed omedelbart reagera med gasformiga föreningar. Rökgasen och partiklarna leds sedan via en kanal 323 från den fluidiserade bädden 322 till elektrofiltret 10 där partiklarna avskiljs och ånyo leds till uppsamlingsbehållaren 314 för förnyad kylning i kylzonen 368 och därpå följande befuktning i befuktningszonen 380. En mindre del av det i elektrofiltret 10 uppsamlade stoftet bortföres kontinuerligt för att kompensera för att färskt absorbentmaterial tillföres kontinuerligt. Exempelvis kan stoft bortföras från fickorna 12, varvid den bortförda mängden ej behöver kylas i behållaren 314, från själva behållaren 314 eller från ledningen 330 via en i Fig 5 ej visad bortföringsledning.

Det inses att en mängd modifieringar av de ovan beskrivna utföringsformerna är möjliga inom uppfinningens ram, såsom den definieras av de efterföljande patentkraven.

Det är exempelvis möjligt att även vid andra utföringsformer än den i Fig 5 visade utföringsformen vid den direkta kylningen av stoftet utnyttja enbart kyld luft. I ett sådant fall kan vid den i Fig 4 visade utföringsformen den första kammaren och munstyckena und-
5 varas och blandaren göras kortare. Således förläggs kylzonen helt till uppsamlingsbehållaren, varvid endast befuktningszonen är belägen i själva blandaren. Det är även möjligt att tillföra en del vatten till uppsamlingsbehål-
10 laren för att ytterligare öka den direkta kylningen. I vissa fall är den tillförda tryckluftens temperatur redan från början tillräckligt låg, dvs lägre än temperaturen hos det stoft som uppsamlats i elektrofiltret, varvid någon kylning med hjälp värmeväxlare inte är nödvändig. I
15 sådana fall kan således värmeväxlaren 225 respektive 325 undvaras vid de i Fig 4 respektive Fig 5 visade utföringsformerna.

Det ovan beskrivna elektrofiltret kan alternativt utgöras av någon annan lämplig stoftavskiljare, såsom ett
20 textilt spärrfilter, t ex ett så kallat slangfilter, eller en cyklon eller något annat filter som är lämpligt för avskiljning och återcirkulering av partikelformigt material.

Den i Fig 5 visade tillsatsen av vatten i själva kontaktreaktorn kan även göras vid de i fig 2-4 visade utföringsformerna. Således kan exempelvis ett munstycke placeras inuti kontaktreaktorn 22 vid den i Fig 2 visade utföringsformen för att injicera och blanda vatten med
30 det befuktade stoftet och rökgaserna. En fördel med detta är att bränd kalk, som aktiverats i befuktningszonen 80, kan släckas direkt i rökgasen med hjälp av det i kontaktreaktorn injicerade vattnet. Därmed kan den brända kalk som aktiverats i befuktningszonen redan vid första blandningen med rökgasen reagera med gasformiga föroreningar.

35 Blandarens omrörare kan utformas på ett flertal olika sätt. En föredragen utformning är en långsgående skovelaxel enligt Fig 2, eller flera långsgående skovel-

axlar. En annan föredragen utformning är de parallella skovelaxlar som beskrivs i US 6,213,629. Det är även möjligt att helt undvika mekaniska omrörare i blandaren och istället låta den fluidiserande tryckluften respektive den fluidiserande gasen, som innehåller vattenånga, stå för omrörningen av blandaren. Det viktiga är att en god omblandning av vatten respektive gas med stoftet åstadkommes och att stoftet i befuktningszonen inte återblandas med stoftet i kylzonen i någon större utsträckning.

Exempel 1

Ett försök utfördes med hjälp av en blandare 24 av den typ som visas i Fig 2. En syntetisk rökgas som hade en halt svaveldioxid, SO_2 , av 1000 ppm utnyttjades. Rökgasen matades genom en kontaktreaktor 22 förbi blandarens 24 utlopp 40, varpå stoftet avskiljdes i en stoftavskiljare i form av ett textilt spårfilter. Den renade, syntetiska rökgasen hade en temperatur av ca $74^{\circ}C$. Det avskiljda stoftet återfördes sedan till blandaren 24. Stoftets temperatur, innan det infördes i blandaren 24, var ca $72^{\circ}C$, dvs något lägre än temperaturen i den renade rökgasen. I genomsnitt cirkulerades stoftet 35 gånger genom blandaren, kontaktreaktorn och filtret innan det bortfördes för deponi.

Som färsk absorbent utnyttjades en flygaska uppsamlad från ett koleldat kraftverk, som hade panninjektion av kalksten, vilket betyder att kalksten, $CaCO_3$, matades in direkt i pannan. Flygaskan hade en halt tillgänglig bränd kalk, CaO , av 30 vikt% (uppmätt enligt ASTM C25). Tillsatsen av färsk absorbent i form av flygaska ställdes in på en stökiometri av 1,6, dvs för varje mol SO_2 i den orenade rökgasen sattes 1,6 mol CaO i form av flygaska till blandaren.

Till blandarens kylzon 68 matades vatten. Vattnet hade en temperatur av ca $10^{\circ}C$. Vattenmängden i kg/s var ca en tjugondel av mängden recirkulerat stoft i kg/s. Vid passagen genom kylzonen sänktes stoftets genomsnittliga

temperatur med ca 2-3°C, men lokalt på kornens yta kan temperaturen antas ha sänkts betydligt mer. Den genomsnittliga uppehållstiden för stoftet i kylzonen var ca 10 sekunder.

5 Det kylda stoftet lämnade sedan kylzonen och ut-sattes närmast momentant, inom 1 sekund, för befuktningszonen 80. Den gas som via gasledningen 70 tillfördes befuktningszonen var en blandning av tryckluft och vattenånga och hade en temperatur av 86 °C och var mättad vid
10 denna temperatur (fukthalten i gasen var ca 60%). Således kondenserade en stor mängd vattenånga på stoftets partiklar i blandarens befuktningszon. Den genomsnittliga uppehållstiden för stoftet i befuktningszonen var ca 15 sekunder. Stoftet matades sedan såsom befuktat absorbent-
15 material närmast momentant, inom 1 sekund, in i kontaktreaktorn 22 via utloppet 40. Mätningar visade att ca 84% av den SO₂ som förelåg i den orenade rökgasen omvandlades till avskiljbart stoft, varvid endast 16% av total mängd SO₂ återfanns i den renade rökgasen.

20 Exempel 2

Vid Exempel 2 utnyttjades en blandare 24 av samma slag som vid Exempel 1. Även övriga försöksparametrar var samma som vid Exempel 1 förutom att den renade rökgasen hade en lägre temperatur, närmare bestämt en temperatur
25 av 65°C. Dessutom hade rökgasen vid Exempel 2 en temperatur som var endast 11°C högre än rökgasens aktuella mättnadstemperatur jämfört med 14°C högre vid Exempel 1. Båda dessa skillnader, som berodde på olikheter vid alstringen av den syntetiska rökgasen, skulle, vid i övrigt lika betingelser, förväntas förbättra avskiljningen av SO₂ i
30 Exempel 2 jämfört med Exempel 1.

Till blandarens "befuktningszon" sattes endast tryckluft och ingen vattenånga. Den gas som således endast innehöll tryckluft och som tillfördes befuktningszonen via gasledningen 70 hade en mättnadstemperatur av
35 ca 12°C, vilket motsvarar en fukthalt av ca 1,5 %, och en temperatur av 86°C. Stoftet hade vid inmatning till blan-

darens kylzon en temperatur av ca 63°C. Vid detta exempel åstadkoms således knappast någon kondensering av vattenånga i blandarens "befuktningszon". Mätningar visade att endast ca 61% av den SO₂ som förelåg i den orenade rökgasen omvandlades till avskiljbart stoft, varvid hela 39% av total mängd SO₂ återfanns i den renade rökgasen.

Exempel 3

Vid väsentligen samma förhållanden som i Exempel 2 gjordes ett försök att öka stökiometrin, dvs mängden tillsatt bränd kalk, CaO, i förhållande till mängden SO₂ i avsikt att öka mängden omvandlad och avskiljd SO₂. Stökiometrin ökades därför från 1,6 till 3,9. Mätningar visade dock att trots denna kraftigt ökade stökiometri omvandlades endast drygt 60% av den SO₂ som förelåg i den orenade gasen till avskiljbart stoft.

Såsom framgår av exemplen ovan har uppfinningen, som exemplifieras i Exempel 1, stora fördelar vad gäller förmågan att avskilja gasformiga föroreningar och i synnerhet SO₂ jämfört med de fall den i "befuktningszonen" tillförda gasen inte har en mättnadstemperatur som är högre än stoftets temperatur, vilket exemplifieras i Exempel 2 och 3.

PATENTKRAV

5 1. Sätt att avskilja gasformiga föroreningar, såsom
svaveldioxid, från varma processgaser, såsom rökgaser,
vid vilket sätt processgaserna leds genom en kontakt-
reaktor (22; 322) i vilken ett med de gasformiga föroren-
ingarna reaktivt, partikelformigt absorbentmaterial i be-
10 fuktat tillstånd införes i processgaserna för att om-
vandla de gasformiga föroreningarna till avskiljbart
stoft, varpå processgaserna ledes genom en stoftavskil-
jare (10), i vilken stoft avskiljs från processgaserna
och från vilken de renade processgaserna avleds, k ä n -
15 n e t e c k n a t a v

att en cirkulerande del av det i stoftavskiljaren
(10) avskiljda stoftet i ett första steg kylv genom att
bringas i direkt kontakt med ett kylande fluidum,

20 att det kylda stoftet i ett andra steg blandas med
en gas som innehåller vattenånga, vilken gas har en
mättnadstemperatur som är högre än det kylda stoftets
temperatur, och

att det genom kondensering av vattenångan befuktade
stoftet såsom absorbentmaterial införes i kontaktreaktorn
25 (22; 322) för att blandas med processgaserna.

2. Sätt enligt krav 1, vid vilket det kylda stoftet
innehåller bränd kalk, CaO , som under åtminstone något av
nämnda första och andra steg åtminstone till en del
genomgår en släckning till släckt kalk, Ca(OH)_2 .

30 3. Sätt enligt något av krav 1 och 2, vid vilket
färskt absorbentmaterial kontinuerligt tillförs process-
gaserna, varvid en del av det i stoftavskiljaren (10) av-
skiljda stoftet bortföres utan att bringas i direkt
kontakt med det kylande fluidet.

35 4. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket
stoftet i nämnda första steg kylv genom att blandas med

vatten, som har en lägre temperatur än det i stoft-avskiljaren (10) avskiljda stoftet.

5. Sätt enligt krav 4, vid vilket nämnda cirkulerande del av det i stoftavskiljaren avskiljda stoftet

5 införes i en blandare (24; 124; 224), vilken har ett inlopp (32; 132; 232) vid en första ände (26; 126; 226) och ett utlopp (40) vid en andra ände (28; 128), varvid nämnda cirkulerande del av det i stoftavskiljaren (10) avskiljda stoftet leds horisontellt genom blandaren (24;

10 124; 224) från den första änden (26; 126; 226) till den andra änden (28; 128) och blandas med vatten och kyls i en blandarens (24; 124; 224) första ände (26; 126; 226) närbelägen kylzon (68; 168; 268) för att sedan i en blandarens (24; 124; 224) andra ände (28; 128) närbelägen befuktningszon (80; 180; 280) blandas med den vattenånga

15 innehållande gasen.

6. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket stoftet i nämnda första steg kyls genom att blandas med luft, som har en lägre temperatur än det i stoftavskiljaren (10) avskiljda stoftet.

20

7. Sätt enligt krav 6, vid vilket luften åtminstone delvis tillförs en till stoftavskiljaren (10) ansluten uppsamlingsbehållare (214), som är avsedd för uppsamling av avskiljt stoft.

25 8. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket vatten tillförs direkt i kontaktreaktorn (322) och blandas med det befuktade stoftet och processgaserna.

9. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket det första steget genomförs under en tid av i genomsnitt

30 2-600 sekunder och att det kylda stoftet därefter utsätts för det andra steget inom 10 sekunder.

10. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket det andra steget genomförs under en tid av i genomsnitt 2-30 sekunder och att det befuktade stoftet därefter in-

35 föres i processgaserna inom 5 sekunder.

11. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket nämnda gas innehåller luft och vattenånga som blandas till önskad mätnadstemperatur.

5 12. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket gasen, som innehåller vattenånga, har en mätnadstemperatur som är 5-30°C högre än det kylda stoftets temperatur.

10 13. Blandare för befuktning av ett partikelformigt stoft, som kan reagera med i en processgas, såsom en rökgas, förekommande gasformiga föroreningar för att bilda ett avskiljbart stoft, k ä n n e t e c k n a d av att blandaren (24; 124; 224) har en första ände (26; 126; 226) och en andra ände (28; 128) och är uppdelad i två zoner, av vilka en första zon är en vid den första änden 15 (26; 126; 226) belägen kylzon (68; 168; 268), som är försedd med ett organ (62, 64; 162, 164, 166, 167; 262, 264) för tillförsel av ett kylande fluidum, och av vilka en andra zon är en vid den andra änden (28; 128) belägen befuktningszon (80; 180; 280), som är försedd med ett 20 organ (70; 170; 270) för tillförsel av en gas, som innehåller vattenånga, varvid blandaren(24; 124; 224) är inrättad att först leda stoft från en vid den första änden (26; 126; 226) belägen inloppsöppning (32; 132; 232) för stoft genom kylzonen (68; 168; 268) och i denna 25 tillföra ett kylande fluidum, som har lägre temperatur än stoftet, och blanda stoftet med detta fluidum, att sedan leda stoftet genom befuktningszonen (80; 180; 280) och i denna tillföra en gas, som innehåller vattenånga och som har en mätnadstemperatur som är högre än det kylda 30 stoftets temperatur, och blanda denna gas med det kylda stoftet, och att sedan införa det befuktade stoftet såsom absorbentmaterial i processgasen via en vid den andra änden (28; 128) belägen utloppsöppning (40).

35 14. Blandare enligt krav 13, vid vilken organet (62, 64; 162, 164; 262, 264) för tillförsel av ett kylande fluidum är anordnat att tillföra vatten till stoftet.

15. Blandare enligt krav 13 eller 14, vid vilken anordningen har ett organ (166) för tillförsel av kyld tryckluft till kylzonen (168).

16. Anordning för avskiljning av gasformiga föroreningar, såsom svaveldioxid, från varma processgaser, såsom rökgaser, vilken anordning har en kontaktreaktor (22; 322), genom vilken processgaserna är avsedda att ledas och vilken har organ (24, 40; 124; 224; 324, 340) för införande av ett med de gasformiga föroreningarna reaktivt, partikelformigt absorbentmaterial i befuktat tillstånd i processgaserna i syfte att omvandla de gasformiga föroreningarna till avskiljbart stoft, och en stoftavskiljare (10), vilken är avsedd att avskilja stoftet från processgaserna och avleda de renade processgaserna, k ä n n e t e c k n a d av att anordningen har en kylzon (68; 168; 268; 368) för kylning av åtminstone en cirkulerande del av det i stoftavskiljaren (10) avskiljda stoftet, organ (62, 64; 162, 164, 166; 218, 262, 264; 318) för tillförsel av ett kylande fluidum till kylzonen (68; 168; 268; 368) för kylning av stoftet genom direkt kontakt mellan fluidet och stoftet, organ (52; 152; 330) för matning av det kylda stoftet till en befuktningszon (80; 180; 280; 380), organ (70; 170; 270; 370) för tillförsel av en gas, som innehåller vattenånga och har en mätnadstemperatur som är högre än det kylda stoftets temperatur, till det kylda stoftet för att genom kondensering av vattenånga befukta detta samt organ (40; 340) för matning av det befuktade stoftet till kontaktreaktorn (22; 322).

17. Anordning enligt krav 16, vid vilken ett organ (362, 364) är anordnat att spruta in vatten i kontaktreaktorn (322) och blanda detta med det befuktade stoftet och processgaserna.

SAMMANDRAG

5 Vid ett sätt att avskilja gasformiga föroreningar
från varma processgaser leds processgaserna genom en
kontaktreaktor (22) i vilken ett absorbentmaterial i
befuktat tillstånd införes för att omvandla de gasformiga
föroreningarna till avskiljbart stoft. Stoftet avskiljs i
10 en stoftavskiljare (10). Det avskiljda stoftet kylv i ett
första steg genom att bringas i direkt kontakt med ett
kylande fluidum. I ett andra steg blandas det kylda
stoftet med en gas som innehåller vattenånga, vilken gas
har en mättnadstemperatur som är högre än det kylda
15 stoftets temperatur. Det genom kondensering av vatten-
ången befuktade stoftet införes i kontaktreaktorn (22)
för att blandas med processgaserna.

En blandare (24) för befuktning av absorbentmaterial
har en första ände (26) och en andra ände (28) och är
20 uppdelad i två zoner. En första zon är en vid den första
änden (26) belägen kylzon (68). En andra zon är en vid
den andra änden (28) belägen befuktningszon (80).

25

30

35

Publiceringsbild: Fig 2

1/3

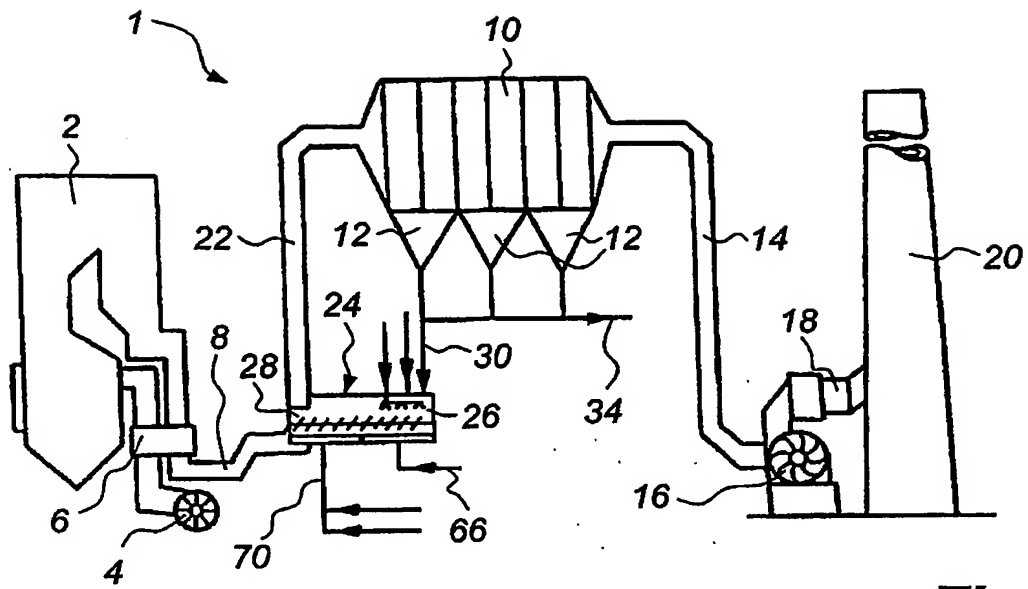


Fig. 1

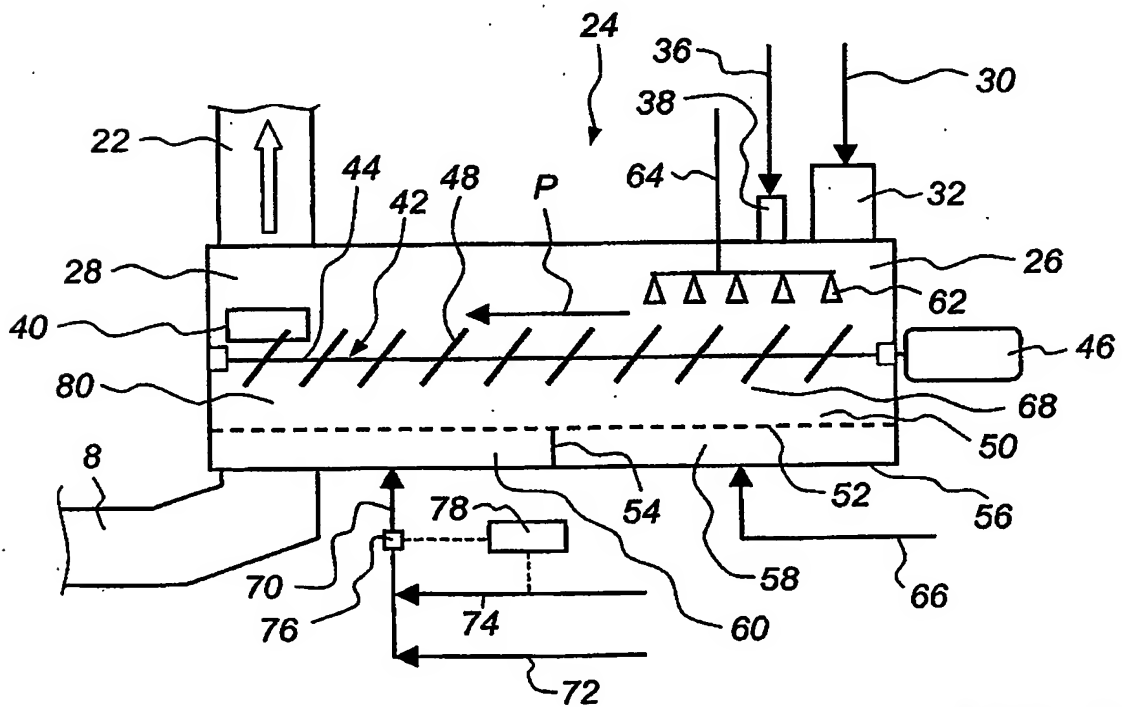


Fig. 2



Fig. 3



3/3

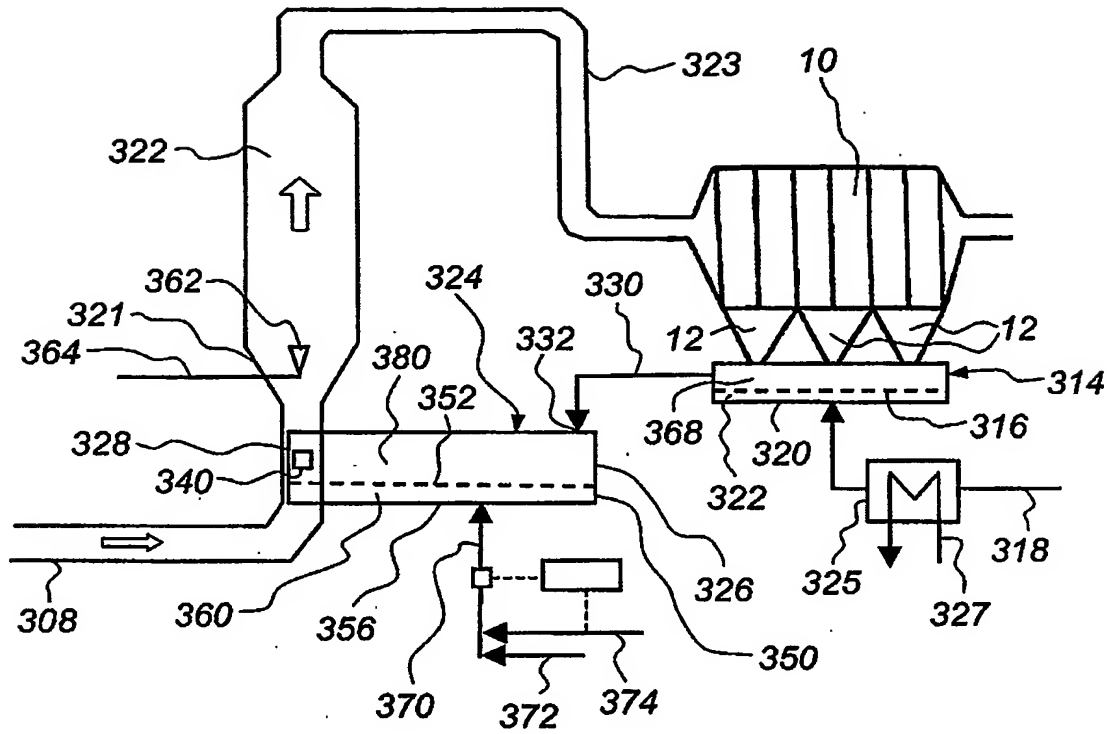


Fig. 5